

Geociências

Ambientes de ocorrência do porífero *Oncosclera jewelli* no Parque Estadual Do Tainhas, Planalto Meridional do RS: uma análise geomorfométrica

Environment occurrence of freshwater sponge *Oncosclera jewelli* in the Tainhas State Park, RS: a geomorphometric analysis

Francine de Oliveira Maciel^I , Clódis de Oliveira Andrades-Filho^{II} , Pâmela Boelter Herrmann^{III} , Mateus da Silva Reis^{IV} , Erli Schneider Costa^V , Rodrigo Cambará Printes^{VI} 

Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sustentabilidade - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, São Francisco de Paula, RS, Brasil^I

Departamento de Geodésia - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. Laboratório de Gestão Ambiental e Negociação de Conflitos Cooperação: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul e Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Infraestrutura, São Francisco de Paula, RS, Brasil^{II}

Programa de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto – Universidade Federal do Rio Grande do Sul Porto Alegre, RS, Brasil^{III}

Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sustentabilidade - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, São Francisco de Paula, RS, Brasil. Laboratório de Gestão Ambiental e Negociação de Conflitos Cooperação: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul e Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Infraestrutura, São Francisco de Paula, RS, Brasil^{IV}

Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sustentabilidade - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, São Francisco de Paula, RS, Brasil^V

Núcleo de Gestão Integrada Aparados da Serra Geral - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Cambará do Sul, RS, Brasil. Laboratório de Gestão Ambiental e Negociação de Conflitos Cooperação: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul e Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Infraestrutura, São Francisco de Paula, RS, Brasil^{VI}

RESUMO

O Parque Estadual do Tainhas abrange ambientes de ocorrência do porífero *Oncosclera jewelli*. Nosso objetivo é indicar as áreas de potencial ocorrência da espécie a partir de fatores relacionados à assinatura geomorfométrica dos pontos de ocorrência ao longo do Rio Tainhas no Parque e sua zona de amortecimento. Foram realizados cruzamentos e análises de dados a partir da construção e manipulação de um banco de dados geográficos, nos SIGs SPRING-5.4.3 e QGIS-2.18, contendo: a) MDEs oriundos das bases Topodata, Embrapa e Alos, obtidos por sensores remotos orbitais para toda a área de estudo, e MDE obtido por imagens aéreas geradas por Drone e as variáveis geomorfométricas produzidas: declividade,

aspecto e índice de posição topográfica; b) mapa geológico do Rio Grande do Sul; c) mapa de uso e cobertura do solo, com base em imagens do satélite GeoEye. Os resultados demonstraram que a espécie ocorre exclusivamente sobre a unidade litológica da Formação Serra Geral. O relevo é marcado por terrenos de baixa declividade e orientação sul e leste e em relevo aplainado. Foi gerado o Mapa de Potencial Ocorrência da espécie, demonstrando que aproximadamente 4,5% do comprimento total dos trechos de cursos d'água na área de estudo reúnem as condicionantes geomorfométricas identificadas como de potencial ocorrência da espécie.

Palavras-chave: Parque Estadual do Tainhas; Porífero; MDE

ABSTRACT

Tainhas State Park embraces locations of occurrence of freshwater sponge *Oncosclera jewelli*. Our objective is to indicate the areas of potential occurrence of the species from factors related to the geomorphometric signature of the occurrence points along the Tainhas River in the Park and its buffer zone. Connections and data analysis were performed from the construction and manipulation of a geographic database, in SIGs SPRING-5.4.3 and QGIS-2.18, containing: a) MDEs from Topodata, Embrapa and Alos bases, obtained by remote orbitals sensors for the entire study area, and MDE obtained by drone-generated aerial images of the geomorphometric variables: slope, aspect and topographic position index; b) geological map of Rio Grande do Sul; c) land use and coverage map, based on images from the GeoEye satellite. The results demonstrated that the species occurs exclusively on the lithological unit of Serra Geral Formation. The plain is marked by terrain of low slope and south and east orientation and flattened plains. The Potential Occurrence Map of the species was generated, demonstrating that approximately 4.5% of the total length of watercourse stretches in the study area meet the analyzed geomorphometric conditions.

Keywords: Tainhas State Park; Porifer; DEM

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a conservação da biodiversidade levou a criação de territórios especialmente protegidos, denominados de Unidades de Conservação (UC). Uma dessas unidades é o Parque Estadual (PE) do Tainhas, localizado na região nordeste do Rio Grande do Sul (Figura 1), onde diversas espécies de fauna e flora estão protegidas no âmbito da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Um dos objetivos da criação desta UC é a proteção da espécie *Oncosclera jewelli* (VOLKMER, 1963), de ocorrência bastante restrita, porém está presente na região do Planalto das Araucárias, Campos de Altitude (RIO GRANDE DO SUL, 2008).

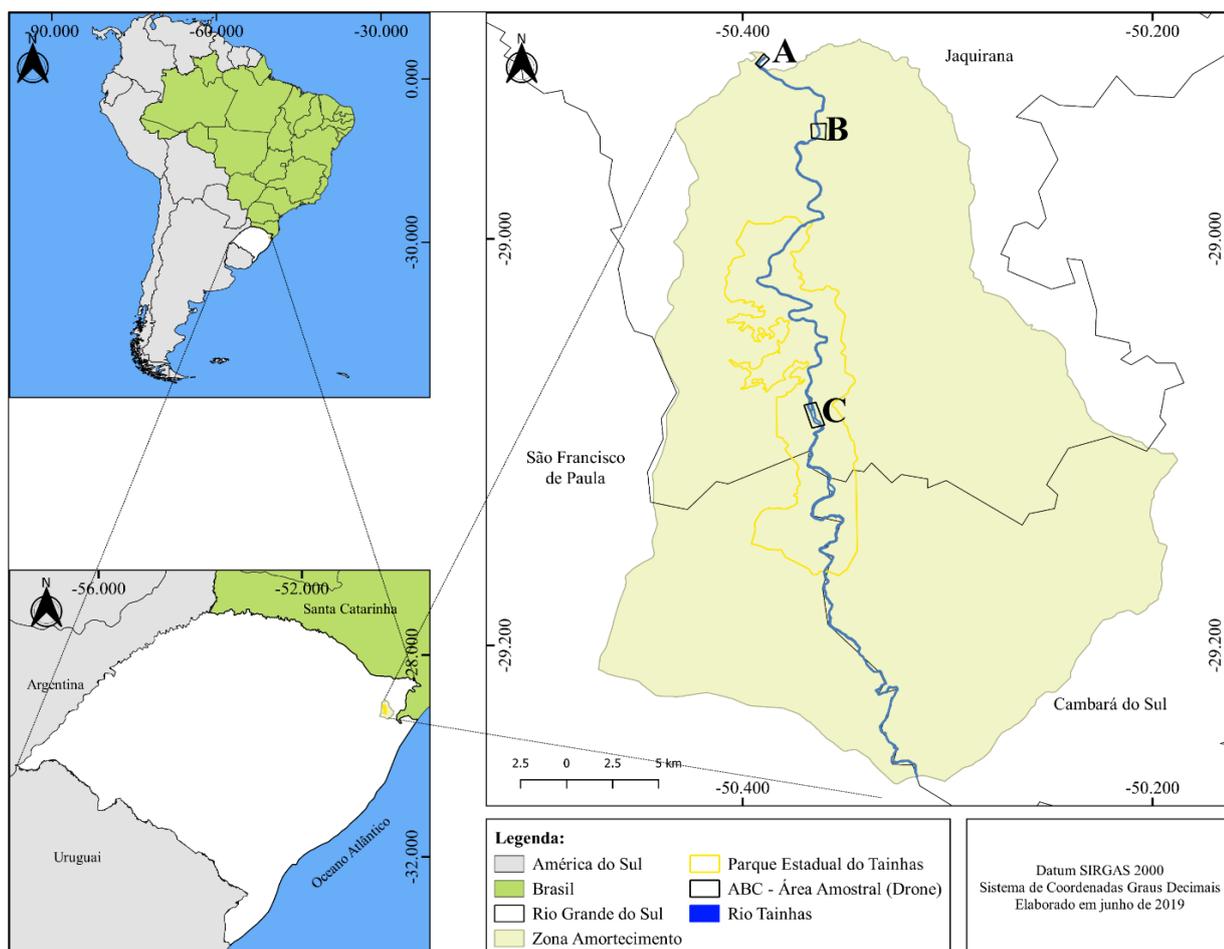
A espécie *O. jewelli* é representante do filo Porífera que apresenta hábito exclusivamente aquático, bentônicos e sésil. Apresenta uma boa adaptabilidade no ambiente, pois possui uma simples morfologia (LERNER & MOTHEs, 2005). Devido a sua alimentação por filtração, as esponjas (i.e., poríferos) também são indicadoras de qualidade da água (VOLKMER-RIBEIRO & PAROLIN, 2010). A espécie *O. jewelli*, conhecida

popularmente por feltro d'água, possui distribuição geográfica nos ecossistemas da Floresta Ombrófila Mista e Campos Sulinos, entre os municípios de Jaquirana, São Francisco de Paula e Cambará do Sul (BRASIL, 2008; BOLDRINI, 2009; PETRY *et al.*, 2013). Esta região encontra-se geomorfologicamente no Planalto Meridional do Rio Grande do Sul, unidade de relevo que se constitui sobre rochas originadas por eventos vulcânicos da Formação Serra Geral (HOLZ & ROS, 2000). A Formação Serra Geral (SCHOBENHAUS *et al.*, 1984), Bacia do Paraná, é constituída por basaltos, andesitos, diabásios, dacitos, riolitos, riolitos e materiais vitrofíricos, distribuídos nas Fácies Gramado, Caxias, Paranapanema e Várzea do Cedro (CPRM, 2006). Adicionalmente, o relevo apresenta ondulações denominadas regionalmente de coxilhas, marcadas pela presença recorrente de afloramentos rochosos e apresenta também encostas acentuadas associadas aos vales de diferentes rios da região, com encostas suaves a quase planas (IBGE, 2016).

A ocorrência da *Oncosclera jewelli* no PE do Tainhas está relacionada a uma série de condicionantes, como, por exemplo, fatores fisiográficos (PRINTES *et al.*, 2017). Devido a sua área de ocorrência restrita é fundamental compreender a relação da sua distribuição com fatores ambientais (p.e., STOFFEL *et al.*, 2014; PETRY *et al.*, 2015). Um dos fatores que pode ser avaliado é a morfologia do relevo e as litologias associadas, o que auxilia a compreender a forma de evolução de uma determinada paisagem e, conseqüentemente, dos organismos associados a este ambiente, bem como a própria condição da distribuição espacial das espécies frente a padrões topográficos definidos numericamente (MARK, 1975; CHOROWICZ *et al.*, 1989; MACIEL *et al.*, 2019). A Geomorfometria é o campo responsável por estudar estes padrões, utilizando modelos digitais de elevação (MDEs), que permitem explorar a topografia, possibilitando a representação e interpretação das assinaturas geomorfométricas dos terrenos analisados (GALLANT & WILSON, 2000; ANDRADES-FILHO *et al.*, 2014).

A partir de análises geomorfométricas é possível, por exemplo, identificar relevos com tendência a receber luminosidade solar durante maior tempo e intensidade, bem como discriminar terrenos com distintas condições de umidade ou de grau de exposição ao intemperismo e erosão, e ecossistemas associados etc.

Figura 1 – Área do estudo no Parque Estadual de Tainhas e Zona de Amortecimento



Nesse sentido, o reconhecimento da relação das características geomorfométricas com a distribuição geográfica de espécies, como o uso e cobertura do solo associado, se torna um dado fundamental a observação da condição de conservação destas, uma vez que é possível identificar áreas com maior possibilidade de ocorrência de organismos, como a espécie de porífero *Oncosclera jewelli*.

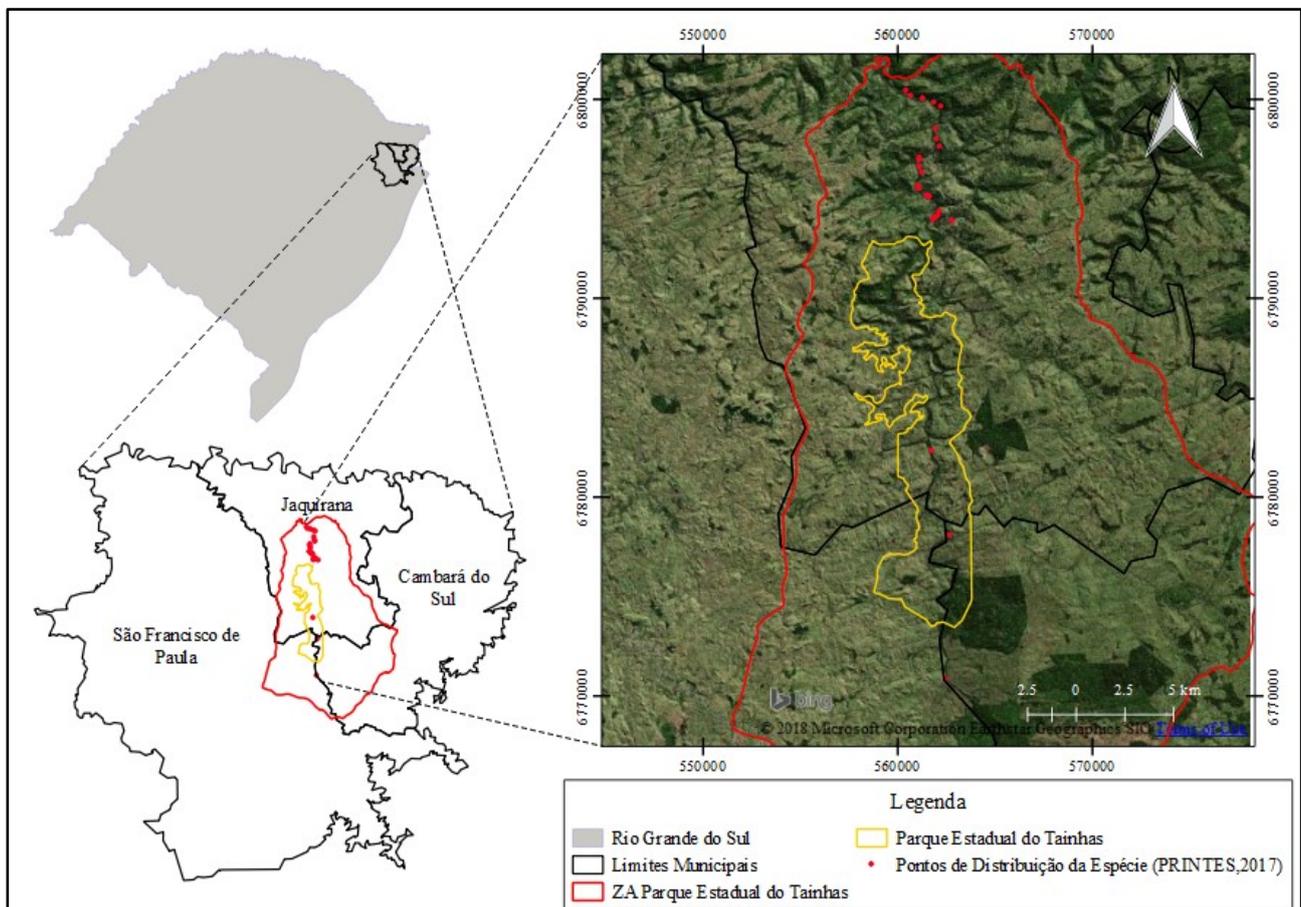
Diante da disponibilidade atual de MDEs globais oriundos de diferentes sistemas orbitais de sensoriamento remoto (p.e., ANDRADES-FILHO *et al.*, 2009; GROHMANN, 2015; GROHMANN, 2018), bem como a disponibilidade de técnicas de levantamento aéreo por VARP (Veículos aéreos remotamente pilotados - drones) capazes de gerar MDEs, é fundamental a investigação sobre as fontes de dados que melhor expressam as informações geomorfométricas da área de estudo e suas aplicações na caracterização dos ambientes de ocorrência dos poríferos continentais em questão.

Assim, o objetivo do presente trabalho é obter a assinatura geomorfométrica dos ambientes de ocorrência da espécie *Oncosclera jewelli* e analisar o padrão de ocorrência dos indivíduos em relação às características topográficas a partir de MDEs oriundos de diferentes bases de dados e definir as áreas de potencial ocorrência da espécie, segundo critérios geomorfométricos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho utiliza a distribuição georreferenciada da espécie *Oncosclera jewelli* (PETRY *et al.*, 2013) (Figura 2 e Tabela 1). Foi utilizado como recorte espacial a área da poligonal da Zona de Amortecimento com 67.700,55 ha, compreendendo os limites do Parque Estadual do Tainhas de 6.654,66 ha (SEMA, 2008).

Figura 2 – Área de estudo: pontos registrados da espécie no Parque Estadual do Tainhas e áreas adjacentes



Foram realizados cruzamentos e análises de dados a partir da construção e manipulação de um banco de dados geográficos em Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) contendo: a) modelos digitais de elevação (MDEs) obtidos por sensores remotos orbitais para toda a área de estudo, e MDEs obtidos por imagens aéreas geradas por Drone em áreas teste/validação e produtos das variáveis geomorfométricas de declividade, aspecto e índice de posição topográfica (IPT); b) coordenadas geográficas das ocorrências da espécie *Oncosclera jewelli* obtidas *in loco*; c) mapa geológico do Rio Grande do Sul (1:750 000) (CPRM, 2006); d) base cartográfica do Estado do Rio Grande do Sul, Escala 1:25 000 – BCRS25 - Versão 1.0 – 2018 - <https://www.sema.rs.gov.br/cartografia>; e) mapa de uso e cobertura do solo, com base em imagens do satélite GeoEye (Google Earth Pro).

Tabela 1 – Coordenadas geográficas dos pontos registrados da espécie *Oncosclera jewelli* no Parque Estadual do Tainhas e áreas adjacentes. Fonte: Petry *et al.* (2013).

Ponto	Latitude	Longitude	Ponto	Latitude	Longitude
1	-28,981624	-50,355474	18	-28,947939	-50,362451
2	-28,981097	-50,365820	19	-28,944471	-50,363970
3	-28,980488	-50,364972	20	-28,939925	-50,364604
4	-28,979561	-50,363571	21	-28,972925	-50,365569
5	-28,979189	-50,363060	22	-28,929686	-50,361814
6	-28,977245	-50,362343	23	-28,926121	-50,371449
7	-28,970717	-50,367587	24	-28,942949	-50,377745
8	-28,970565	-50,367896	25	-28,922551	-50,380303
9	-28,970432	-50,368554	26	-29,123638	-50,356169
10	-28,970219	-50,369160	27	-29,085443	-50,365870
11	-28,967142	-50,373161	28	-29,189007	-50,357705
12	-28,966737	-50,373400	29	-29,084028	-50,365639
13	-28,965808	-50,373693	30	-29,086972	-50,365583
14	-28,959779	-50,371707	31	-29,087111	-50,365500
15	-28,957150	-50,373078	32	-29,087250	-50,365472
16	-28,953857	-50,373334	33	-29,087028	-50,365083
17	-28,952925	-50,372908	34	-28,912167	-50,393861

2.1 Etapa 1: Condições litológicas e de uso e cobertura do solo

Com intuito de assegurar a homogeneidade das condições litológicas e de uso e cobertura do solo associadas aos trechos de cursos d'água de análise para uma investigação geomorfométrica isenta de influência de diversidade destes condicionantes

fisiográficos, foi realizada a espacialização dos pontos de ocorrência dos poríferos sobre o mapa litológico da área e classificação do uso e cobertura do solo nas áreas de preservação permanente ao longo do curso d'água de ocorrência, rio Tainhas.

Para análise das condições litológicas, ou seja, do substrato de ocorrência dos poríferos, foram realizadas as seguintes etapas: a) importação no banco de dados do Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul (CPRM, 2016), escala 1: 750.000, formato *kmz*, disponibilizado *on-line* pelo endereço eletrônico <http://geosgb.cprm.gov.br/>; b) posicionamento geográfico dos 34 pontos de ocorrência registrados dos poríferos sobre o plano de informação da litologia da área; c) análise da sobreposição dos pontos de ocorrência sobre o mapa litológico e verificação da litologia associada a cada ponto, especialmente.

Para análise das condições de uso e cobertura do solo foram executadas as seguintes etapas: a) acesso à base histórica de imagens de satélite disponíveis no aplicativo Google Earth Pro; b) identificação da disponibilidade da imagem do satélite GeoEye (imagem sintética gerada com bandas espectrais das faixas do visível), na resolução espacial aproximada de 1m, na data de 6 de março de 2012, compatível com o ano de obtenção dos registros *in loco* da espécie *Oncosclera jewelli* por Petry *et al.* (2013); c) análise exploratória e definição das classes de mapeamento (i) mata nativa, (ii) campo nativo, (iii) lâmina d'água, (iv) silvicultura, (v) agricultura/lavoura, (vi) área úmida; d) geração do plano de informação vetorial referente à poligonal da Área de Proteção Permanente (APP), com uso da ferramenta de extração de *buffer* (i.e., mapa de distâncias) em SIG, com base nos dispositivos legais do Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012) (BRASIL, 2012) ; e) interpretação visual da imagem e classificação manual por vetorização; f) espacialização e cálculo das medidas de área correspondentes às classes de uso e cobertura do solo.

2.2 Etapa 2: Assinaturas geomorfométricas

Para análise e obtenção das assinaturas geomorfométricas foram utilizados os pontos da distribuição da espécie sobrepostos e cruzados com as variáveis geomorfométricas geradas a partir do processamento de MDEs. Assim, os dados orbitais

de sensoriamento remoto utilizados incluíram: (i) MDE SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) oriundo do projeto Topodata (VALERIANO & ROSSETI, 2012), disponibilizados em tamanho de célula de 30m, e; (ii) MDE SRTM-Embrapa (MIRANDA, 2015), tamanho de célula de 90m; (iii) MDE ALOS World 3D (AW3D30) *Advanced Land Observing Satellite* (TADONO *et al.*, 2014), tamanho de célula de 30 m. O uso de sensoriamento remoto em nível aéreo se deu por imagens obtidas por Drone (Phantom 4 Pro) com coleta de dados em altura de 120 m. Foram realizados dois aerolevantamentos com o drone, nos dias 20 de dezembro de 2018 e 26 de janeiro de 2019.

A coleta de dados aéreos e o pré-processamento de imagens de drone com objetivo de gerar o modelo digital de elevação envolveram: a) o imageamento foi realizado em três áreas amostrais (em média 50 ha de cobertura) que foram selecionadas considerando a ocorrência da espécie, acessibilidade ao local e distintas condições topográficas; b) para o levantamento fotogramétrico utilizou-se um drone da marca DJI, modelo Phantom 4 Pro; c) os voos foram planejados no *software* Drone Deploy, a 120 metros de altura e com 75% de sobreposição lateral, 65% longitudinal e com velocidade média programada de 15 m/s; d) os modelos digitais de superfície e o mosaico ortorretificado foram gerados no *software* Agisoft Photoscan que utiliza os algoritmos de processamento digital *Structure from Motion* (SfM) e *dense stereo-reconstruction* a partir de informações de altitude geométrica e localização (GPS) presentes em cada uma das fotografias obtidas, o *software* realiza o alinhamento das imagens a partir da detecção automática de pontos de amarração criando pontos para cada imagem e os para realizar a aerotriangulação; e) levando em consideração a resolução espacial obtida de média de 17,4 cm, foi realizada a reamostragem bilinear para 30 metros no QGIS 2.18.

Para o processamento dos dados foram utilizados os Sistemas de Informações Geográficas SPRING 5.4.3 e QGIS 2.18. A variável declividade representa o ângulo de inclinação do terreno e é resultante da relação entre a distância no terreno (horizontal) e a amplitude da elevação entre as porções no terreno, no caso do MDE, a amplitude entre a elevação dos pixels adjacentes. A declividade pode variar de 0° a 90° (i.e., de totalmente plano a totalmente inclinado). A variável aspecto, denominada também como orientação de

vertentes, representa o ângulo azimutal de direção da face de relevo (vertente) do terreno em questão, ou seja, representa em graus a orientação topográfica da face de relevo (i.e., norte, leste, sul e oeste), variando de 0° a 359,9°. O índice IPT representa a topografia local de uma determinada área de modo que ele revela, em relação aos pontos adjacentes, se o relevo em questão é mais elevado (valores positivos) ou rebaixado (negativos). Desta forma, este índice é representado e foi gerado através da aplicação da equação: $Z_n - (Z_n \max + Z_n \min / 2)$. Sendo, Z_n = Elevação; $Z_n \max$ = elevação máxima; $Z_n \min$ = elevação mínima.

2.3 Etapa 3: Mapa de Potencial Ocorrência do porífero *Oncosclera jewelli*

Para elaboração do mapa de potencial ocorrência foram utilizadas as resultantes obtidas na análise estatística exploratória sobre as variáveis geomorfométricas de declividade, aspecto e IPT. Estas análises foram representadas graficamente em *boxplots* que representaram a distribuição dos valores obtidos sobre as variáveis geomorfométricas em questão (i.e. mediana, quartil superior e quartil inferior) em relação a cada ponto de ocorrência da espécie com base no MDE Topodata. Deste modo, esse procedimento foi dividido em três fases:

Primeira fase: reclassificação, em três planos de informação (PI), dos valores de declividade, aspecto e IPT, de modo que, para cada variável, foram reclassificados os valores abrangidos entre os limites dos quartis superior e inferior como valor "1" e os valores restantes como valor "0", sobre as imagens. Assim, os pixels que possuem valores dentro da faixa condicional de maior relação topográfica com a ocorrência dos poríferos, passaram a ser classificados com o número digital "1", e os demais, classificados com o número digital "0".

Segunda fase: com base nos três planos de informação reclassificados de declividade (0 ou 1), aspecto (0 ou 1) e IPT (0 ou 1) foi gerado o Índice de Potencial Ocorrência (IPO) a partir da aplicação de operação aritmética de adição de matrizes (i.e. operação de soma de planos de informação) com intuito de produzir um plano de informação resultante da seguinte equação: $IPO = PI \text{ Declividade} + PI \text{ Aspecto} + PI \text{ IPT}$. A partir desta equação, as áreas (i.e., pixels) foram somados de modo que as áreas

reclassificadas com valor "1" nos três planos de informação, tivessem no plano de informação resultante o valor "3", portanto, considerada área de potencial ocorrência da espécie por reunir, no mesmo local, as três condições ideais de declividade, aspecto e posição topográfica (IPT).

Terceira fase: sobre o plano de informação resultante (IPO) foi realizada a extração das áreas de potencial ocorrência a partir de uma máscara em formato *shape* correspondente à área dos cursos d'água principal e afluentes de ordem hierárquica 4 e 5, tendo como 50 m para direita e esquerda, partindo da linha central de cada canal de drenagem. Este procedimento foi realizado para que o mapa de potencial ocorrência abrangesse sobre os cursos d'água permanente e de maior representatividade relativa na bacia hidrográfica do rio Tainhas. Após esta etapa os pixels de potencial ocorrência foram transformados em polígonos, agregado em forma de trechos de potencial ocorrência.

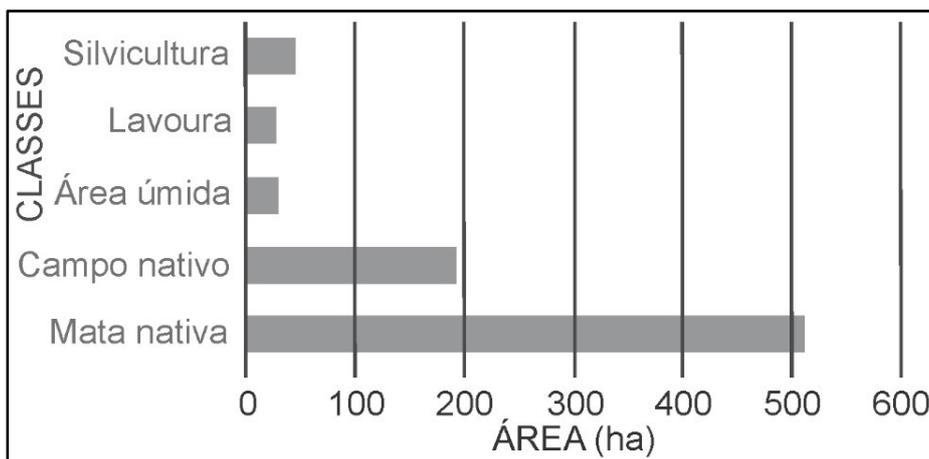
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao uso e cobertura do solo da APP do Rio Tainhas dentro do PE Tainhas e sua zona de amortecimento foi possível verificar que as faixas de APP ao longo do rio, representada por 809,97 hectares, apresentam áreas expressivamente preservadas, no que diz respeito às áreas das classes de uso e cobertura do solo, ou seja, compatíveis com a proteção ambiental obrigatória na Lei 12.651/2012. As faixas de APP são compostas por principalmente mata nativa do ambiente de Floresta Ombrófila da Mata Atlântica, com um pouco mais de 500 hectares de área, seguido por campo nativo com representatividade de quase 200 hectares (Figura 3).

Desta forma, a área total avaliada das faixas de APP, é composta de 63,1% de seu total com mata nativa, 30,3% de áreas úmidas. Com uma menor representatividade, as classes de lavoura e silvicultura representam 9% da área avaliada ao longo do rio Tainhas e áreas adjacentes. O Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012) já define que as APPs são fundamentais para a manutenção da vegetação, a fim de manter equilibrado o uso da terra e dos demais ecossistemas presentes no ambiente.

A espacialização e quantificação resultante foi fundamental para a garantia de condições de homogeneidade do uso e cobertura do solo ao longo dos cursos d'água (Figura 4) na análise geomorfométrica. Importante ressaltar que, as imagens e produtos derivados do geoprocessamento das mesmas, advém do ano de 2012, por conta dos dados primários utilizados no presente estudo ser do mesmo ano (PETRY *et al.*, 2013). Assim, foi possível diagnosticar a condição de uso e cobertura do solo no período análogo à data de obtenção dos registros de ocorrência da *O. jewelli* na área, apresentados na Tabela 1.

Figura 3 – Classes de uso e cobertura do solo ao longo das faixas de APP associadas ao rio Tainhas, Parque Estadual do Tainhas e sua zona de amortecimento

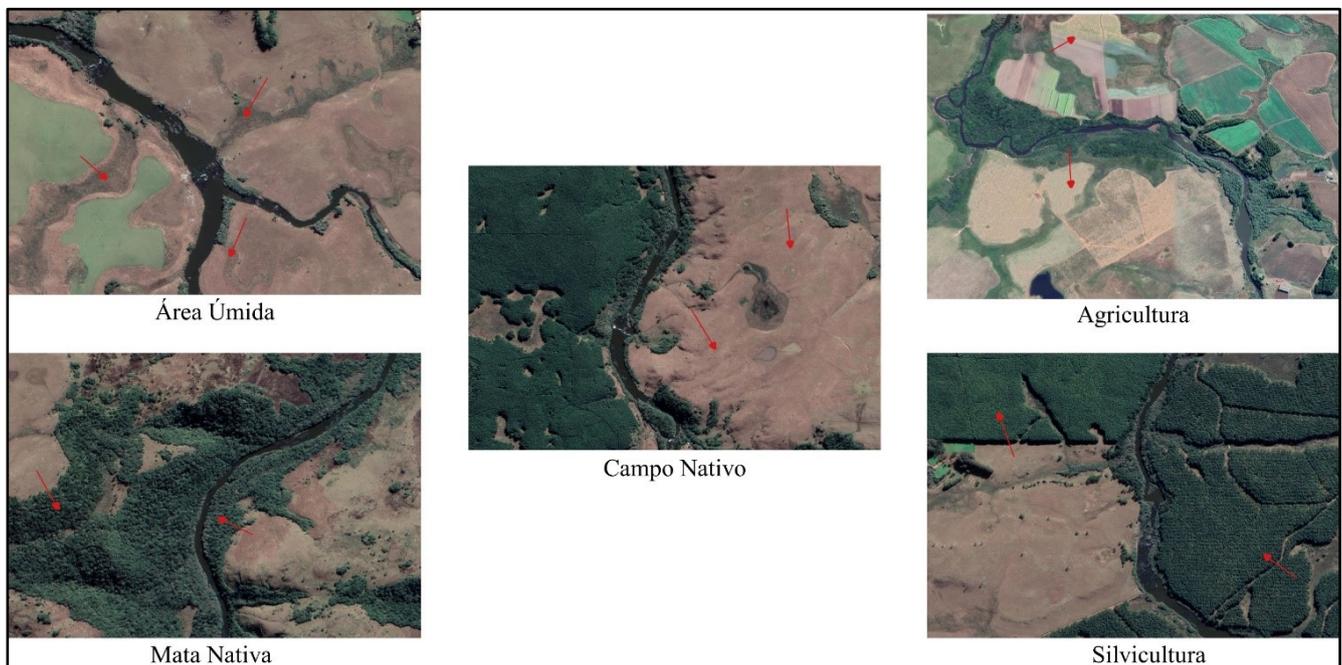


Para Volkmer-Ribeiro & Pauls (2000) as esponjas geralmente ocorrem em ambientes não contaminados. Essa informação vai ao encontro com os resultados obtidos, onde se nota uma área maior composta por floresta e campo nativo (Figura 3), nas faixas de APP do Parque e sua zona de amortecimento, ou seja, junto às margens do rio Tainhas predominam as áreas não utilizadas diretamente para finalidades que possam produzir efluentes ou até escoamento de sedimentos em suspensão oriundos de perda de solo associadas às lavouras.

Um estudo acerca da qualidade da água no rio Tainhas, realizado para a elaboração do Plano de Manejo do Parque, revelou que o Índice de Qualidade de Águas (IQA) dentro do parque varia de bom à excelente, o que reforça este grau de preservação das margens do rio Tainhas (SEMA, 2008). Porém, é importante considerar que esta

região, onde está localizado o Parque, não existe tratamento de esgoto doméstico nas residências existentes. O único sistema adotado é o de fossa séptica e abrange somente 38,1% das residências, o que alerta para a necessidade de melhoria de saneamento ambiental nas áreas ocupadas na região, visando a manutenção da qualidade de água obtida no período de elaboração do Plano de Manejo (SEMA, 2008).

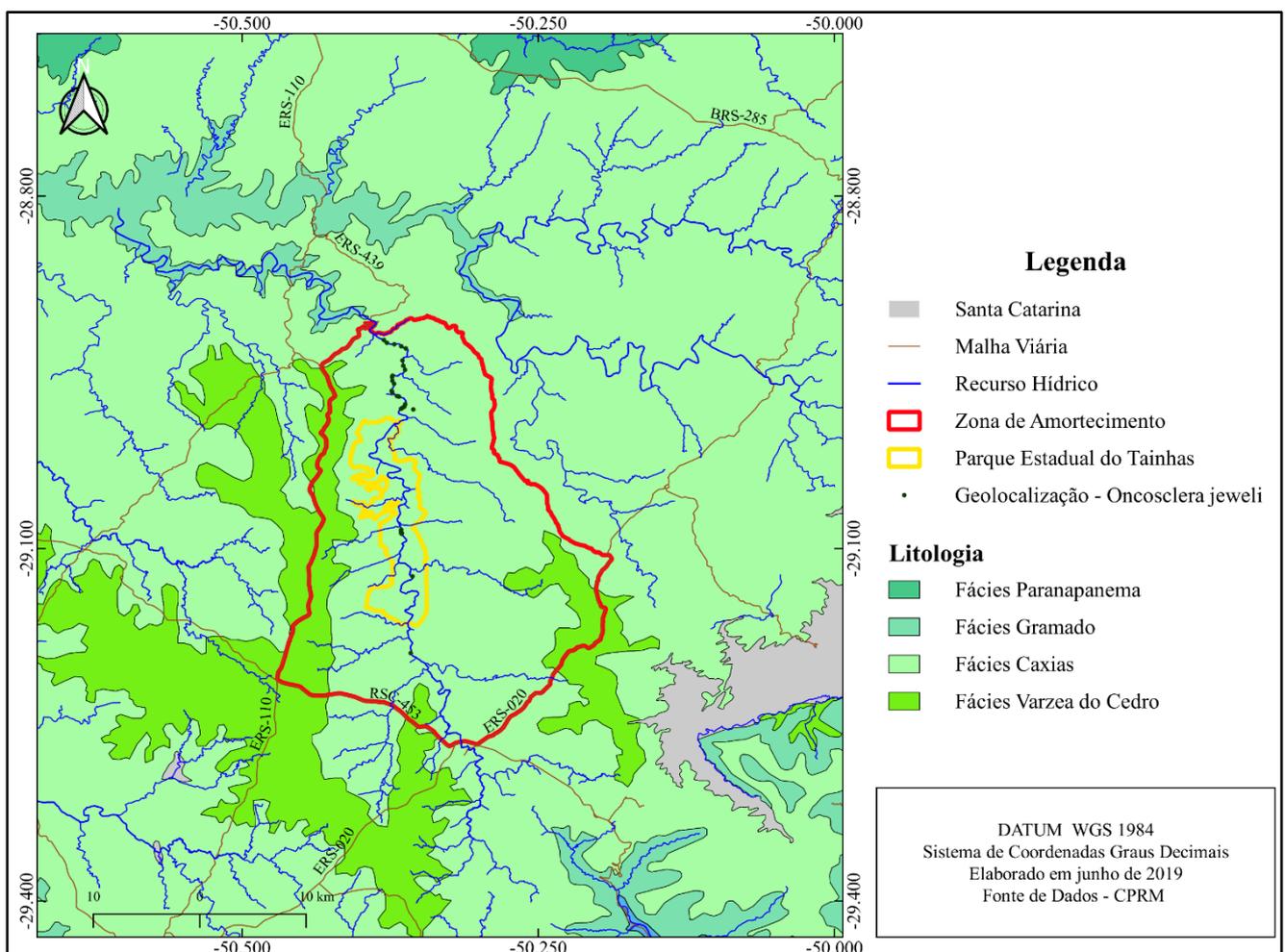
Figura 4: Recortes de imagens do satélite Geoeye, exemplificando a identificação feita das classes de uso e cobertura do solo. Fonte: Adaptado do Google Earth Pro.



A partir da análise da distribuição litológica (Figura 5) foi possível verificar que a integralidade dos pontos de ocorrência da espécie está situada sobre as rochas ígneas extrusivas da Formação Serra Geral. A espacialização dos pontos de ocorrência da espécie é exclusiva sobre a Fácies Caxias (CPRM, 2006) (Figura 5). As rochas que compõem esse substrato litológico são de composição ácida, sendo assim mais resistentes ao intemperismo e erosão devido, principalmente, ao alto teor de sílica em sua composição. Esta composição pode contribuir para existência dos extensos leitos rochosos, substrato do rio Tainhas e que servem de fixação do porífero *O. jewelli*.

Não é possível descartar também, nessa avaliação, que a grande disponibilidade de sílica na litologia associada, que serve como substrato para crescimento e permanência do porífero *O. jewelli*, possa contribuir para a ocorrência da espécie nesse habitat específico e em áreas tão próximas às cabeceiras de drenagem, já que as esponjas continentais apresentam um esqueleto composto por espículas silicosas (VOLKMER-RIBEIRO & PAROLIN, 2010). Portanto, é possível destacar que águas ricas em sílica solubilizada são características de certos terrenos geológicos como o substrato onde se encontra a espécie *O. jewelli*. Já em águas advindas de terrenos calcários, por exemplo, as esponjas não são encontradas (VOLKMER-RIBEIRO & PAROLIN, 2007).

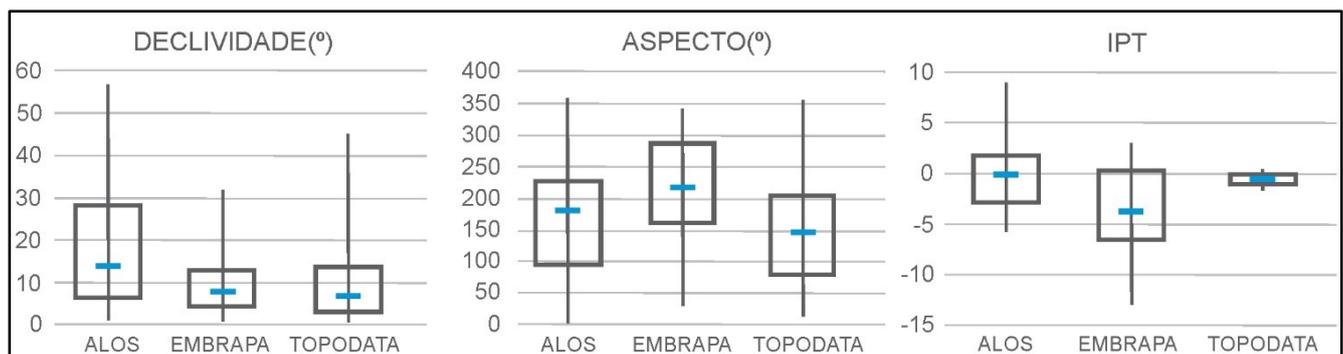
Figura 5: Mapa geológico do Parque Estadual do Tainhas e suas áreas adjacentes. Fonte: Adaptado de CPRM (2006).



3.1 Assinatura geomorfométrica em MDEs orbitais

Os valores de declividade, obtidos através dos MDEs, Topodata, Alos e Embrapa (Figura 6), indicaram uma menor variação de valores obtidos no MDE Embrapa, seguido por Topodata. Os valores de declividade com maior variação foram obtidos no MDE Alos. Mesmo com essas variabilidades entre a variável declividade oriunda dos diferentes MDEs, foi possível verificar que em todos os modelos a espécie *O. jewelli* é registrada com maior frequência em menores declividades, tendo praticamente toda a ocorrência abaixo de 30°, sendo a maior parte entre 5° e 15°.

Figura 6 – Declividade, aspecto e IPT para os MDEs Alos, Embrapa e Topodata



No que diz a variável aspecto (Figura 6), os resultados obtidos com o MDE Embrapa apresentaram menor variação nos azimutes de orientações de relevo obtidas nos pontos de ocorrência da espécie. Porém, os valores obtidos junto aos MDEs Topodata e Alos são mais semelhantes entre si. Os dados Topodata apresentam maior concentração dos pontos de ocorrência da espécie nas orientações de Leste e Sul (entre 80° e 210°), Alos, Leste a Oeste (entre 85° e 230°), e Embrapa, Sul a Oeste (entre 165° e 285°). Portanto, apesar de haver uma tendência de ocorrência da espécie de poríferos em vertentes de orientação predominantemente sudeste, sul e sudoeste, é importante observar uma expressiva discordância entre os dados obtidos na variável aspecto gerado a partir dos três MDEs orbitais analisados.

O IPT (Figura 6) apresentou uma menor variação de valores na base Topodata em detrimento das bases Alos e Embrapa, sendo este último o de maior variação de valores do índice. Ainda no MDE Topodata os valores ficaram bastante concentrados e próximos ao valor

zero, o que indica que para tal variável demonstrada a partir deste MDE a espécie ocorre em terrenos com baixas amplitudes, isto é, baixas variações de elevação entre o ponto de ocorrência e seu entorno. Os pontos de ocorrência da espécie são marcados por pouca variação altimétrica em relação aos pontos adjacentes no terreno. Apesar desta evidência ser mais destacada no MDE Topodata, nota-se nas três diferentes bases de MDEs a indicação de uma predominância de ocorrência da espécie em relevos onde a variabilidade altimétrica é baixa. Isto de alguma forma é evidenciada também pelos baixos valores de declividade apontados na análise desta variável. Os valores do IPT negativos como no MDE Embrapa (Figura 5) demonstram que a espécie está presente em terrenos levemente côncavos.

O fato dos valores resultantes da sobreposição dos pontos de ocorrência da *O. jewelli* sobre os produtos geomorfométricos gerados a partir dos três MDEs apresentarem diferenças podem ter sua explicação na distinta natureza da coleta de dados e pré-processamento dos dados de sensoriamento remoto de origem de cada MDE.

Porém, os resultados obtidos a partir da geração desses três MDEs permitiram que houvesse a discriminação das assinaturas geomorfométricas dos ambientes de ocorrência da espécie de porífero, caracterizados por terrenos de baixa a suave declividade, com orientação predominantemente sul e, secundariamente leste e oeste, e relevo majoritariamente aplainado (Figura 5). Já houveram registros do gênero *Oncosclera* em relevos de baixa declividade e de baixa rugosidade, corroborando com os resultados obtidos no presente trabalho, onde o gênero da espécie foi verificado na região do Delta Jacuí, na região metropolitana de Porto Alegre - RS, que também apresenta um relevo mais homogêneo (TAVARES *et al.*, 2003).

Em um estudo recente (PRINTES *et al.*, 2017) foi verificada uma correlação negativa entre o diâmetro médio da dimensão das esponjas e a profundidade do corpo d'água. Nesse mesmo estudo, a espécie *O. jewelli* revelou que quando apresentava em maiores dimensões a disponibilidade de luz era maior e a profundidade da coluna de água do rio menor. É fundamental destacar que esta espécie pode apresentar, uma associação com algas fotossintetizantes, apresentando uma coloração verde, e depender mais de luz solar, quanto viver em ambientes com baixa incidência de luz solar exibem uma cor branca (BRASIL, 2008).

Podemos destacar que a espécie possui uma dependência de luz solar, porém, essa dependência não a impede de ocorrer em ambientes onde a orientação solar seja desfavorável a maior disponibilidade de luz, já que o fato dos pontos de ocorrência estarem também associados às baixas variações locais de amplitude altimétrica, acabam por favorecer luminosidade suficiente à fixação e permanência da espécie. Esta constatação é corroborada por Lerner e Mothes (2005), que indicam que a pouca ou forte dependência de sol pode estar relacionada com a simplicidade estrutural das esponjas, permitindo que estes organismos se adaptem em diferentes nichos ecológicos.

3.2 Compatibilidade das assinaturas geomorfométricas dos MDEs orbitais e MDE aéreo

Para possibilitar a geração do mapa de potencial ocorrência da espécie *O. jewelli* foi necessário aplicar um procedimento para definição do MDE orbital mais adequado, com base em dados de elevação obtidos em campo, no caso, dados obtidos por Drone. Assim, com os resultados oriundos de campo em áreas teste/validação, foi possível a obtenção de imagens realizadas com o uso do Drone em três áreas de ocorrência da *O. jewelli*. Assim, a Figura 7 evidencia a comparação de nove pontos de ocorrência da espécie na área de estudo, de forma a comparar os resultados obtidos por MDEs de origem orbital e um MDE aéreo (Drone).

A partir da variável declividade (Figura 7) o MDE Topodata exibiu os dados quantitativamente mais similares ao do MDE Drone. Já o MDE Alos mostrou uma maior variação de dados e o MDE Embrapa apresentou uma média de valores similares ao do Alos. Quando comparada com os MDEs oriundos de imagens orbitais o MDE com menor variação da variável declividade foi Embrapa. Sendo assim, o MDE Drone, além da maior semelhança com os dados obtidos pelo Topodata, reforça a associação da predominância da espécie em baixas declividades.

Para a variável aspecto (Figura 7) em comparação com os dados de campo (Drone) o MDE com os dados mais próximos, comparativamente, é o do MDE Topodata, em relação aos demais MDEs orbitais. Avaliando os resultados, a mediana de valores dos

MDEs Drone e Topodata são próximas, porém, há uma maior variação dos dados para Topodata do que para o MDE Drone, o que é esperado diante das diferenças de resolução espacial original dos dados. O MDE Embrapa, quando avaliado juntamente com os outros dois MDEs oriundos de imagens orbitais, se mostrou menos variável, porém, quando comparado com os dados de campo, o MDE Embrapa apresentou-se com os resultados expressivamente discrepantes em relação ao MDE Drone.

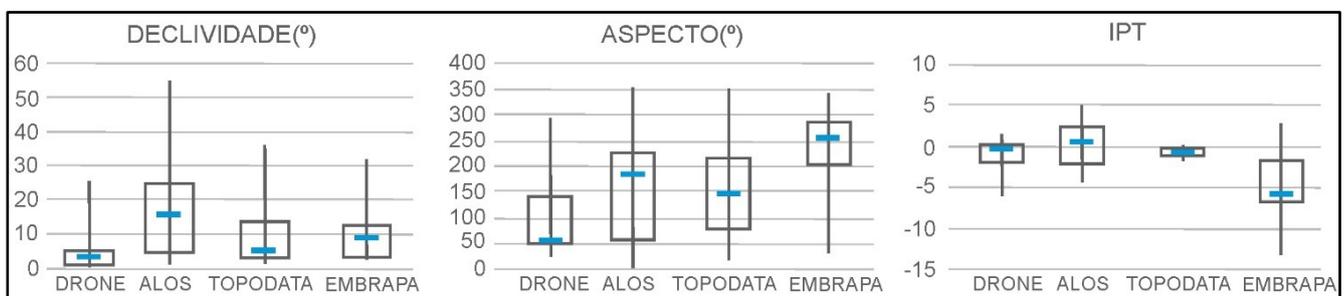
A variável IPT indicou uma menor variação dos dados de campo (i.e., MDE Drone) em relação ao MDE Topodata, seguido por Alos. Esses resultados são similares aos resultados dos MDEs oriundos de imagens orbitais, que também indicou o MDE Topodata com uma menor variação dos dados, seguido do Alos. Essas resultantes indicam que tanto os valores obtidos a campo quanto os indicados pelos MDEs Topodata e Alos a espécie *O. jewelli* ocorre em terrenos mais aplainados e com baixas variações de amplitudes de elevação do ponto de ocorrência da espécie em relação às áreas adjacentes.

Dessa forma, quantitativamente, o MDE orbital mais adequado para a definição das áreas de potencial ocorrência do porífero *O. jewelli* na área de estudo é o MDE Topodata. Isso deve-se ao fato de que as resultantes das variáveis geomorfométricas declividade, aspecto e IPT deste MDE serem os mais similares aos dados obtidos em campo (i.e., MDE Drone). Estes resultados são de fundamental determinação das áreas de maior possibilidade de ocorrência da espécie, bem como do aprofundamento da análise geomorfométrica tendo por base dados topográficos de campo e também de sensoriamento remoto aéreo sobre áreas de atenção especial, no que diz respeito à preservação da espécie e seu ambiente de ocorrência.

Além das evidências quantitativas comparadas e apresentadas anteriormente é possível discutir o contexto das assimetrias e simetrias geomorfométricas analisadas pelas técnicas de sensoriamento remoto que originaram os MDEs orbitais (CHAGAS *et al.*, 2010). Desta forma, é importante ponderar que o MDE Alos é fruto da obtenção de dados de elevação por sensoriamento remoto óptico (i.e., visível e infravermelho próximo), portanto, mais suscetível, no que diz respeito aos dados de origem, à interferência atmosférica e elementos presentes na cobertura do solo, devido à natureza dos comprimentos onda curtas utilizadas. Porém, os MDEs Topodata e Embrapa são ambos oriundos dos dados

SRTM, que possuem a vantagem, em relação ao Alos, de terem sido gerados por radar interferométrico, na faixa das micro-ondas (i.e., mais longas que a região óptica do espectro eletromagnético). Assim, esses últimos dados não possuem interferência atmosférica nesta faixa e, além disso, são menos propensos a interferência de artefatos nos dados de origem, oriundos da própria interferência atmosférica, de elementos da superfície terrestre e/ou do procedimento de coleta e processamento de dados (BARROS, 2006).

Figura 7 - Variáveis geomorfológicas Declividade, Aspecto e IPT para os MDEs oriundo do Drone, Alos, Embrapa e Topodata.



A qualidade dos modelos digitais oriundos de radar interferométrico (i.e., produtos SRTM Embrapa e Topodata), em detrimento dos modelos obtidos com imagens ópticas (p.e., Alos), para representação de elementos da morfologia do terreno, foi já apontada em trabalhos com diferentes finalidades (p.e., ANDRADES-FILHO *et al.*, 2009; GROHMANN, 2015, GROHMANN, 2018). Entre os elementos que prejudicaram o uso com maior qualidade dos MDEs obtidos por dados ópticos foi a recorrência de feições espúrias e incompatíveis com a superfície dos terrenos em questão nas imagens, principalmente em terrenos mais planos (ANDRADES-FILHO *et al.*, 2009) e em setores de junção de cenas em mosaico de imagens. Assim, não se descarta que a problemática associada a coleta e processamento automático de dados para geração do MDE global (GROHMANN, 2015, GROHMANN, 2018), capaz de provocar uma menor correlação dos dados do modelo digital com a morfologia do terreno, possa explicar os resultados obtidos neste estudo.

Avaliando apenas os MDEs Topodata e Embrapa, oriundos do SRTM, as características inerentes à resolução espacial podem explicar as diferenças entre os dados geomorfométricos visto que os dados Topodata e Embrapa são resultantes de processamentos distintos sobre os dados SRTM originais, sendo os dados Topodata mais refinados (VALERIANO & ROSSETTI, 2012) em termos de MDE resultante. Os dados originais do Topodata passaram por processamento preenchimento de falhas, refinamento, derivação e pós-processamento, além do refinamento da resolução espacial original de 3 arco-segundos (~90m) para 1 arco-segundo (~30m) por krigagem, interpolação, e que considerou no processo de interpolação amostragens das distintas condições topográficas do território brasileiro para a então disponibilização aberta dos dados.

Estes elementos podem explicar a melhor compatibilidade das assinaturas geomorfométricas do MDE Topodata com o MDE obtido com as imagens de Drone, e, portanto, sua melhor adequação e escolha para a base utilizada na espacialização das áreas de potencial ocorrência da *O. jewelli*. A importância de buscar validar os resultados obtidos através dos MDEs orbitais é a de explicitar que suas representações possam apresentar-se com mais ou menos exatidão, dependendo do método de coleta de dados utilizados, e apontar os produtos mais adequados para esta aplicação realizada.

3.3 Áreas de Potencial Ocorrência

As áreas de potencial ocorrência da espécie *O. jewelli* representam 1 038 568 m² (103,8 ha) ao longo dos trechos de cursos d'água analisados, que abrangeram um total de área no terreno de 22 542 144 m² (2 254,2 ha). Portanto, a somatória da área de potencial ocorrência da espécie representa aproximadamente 4,5 % do total da área do terreno analisado sobre os trechos dos cursos d'água. Assim, os trechos do terreno, que reúnem todas as condições topográficas apontadas na assinatura geomorfométrica de ocorrência dos poríferos estudados, têm distribuição restrita na área de estudo (Figura 8).

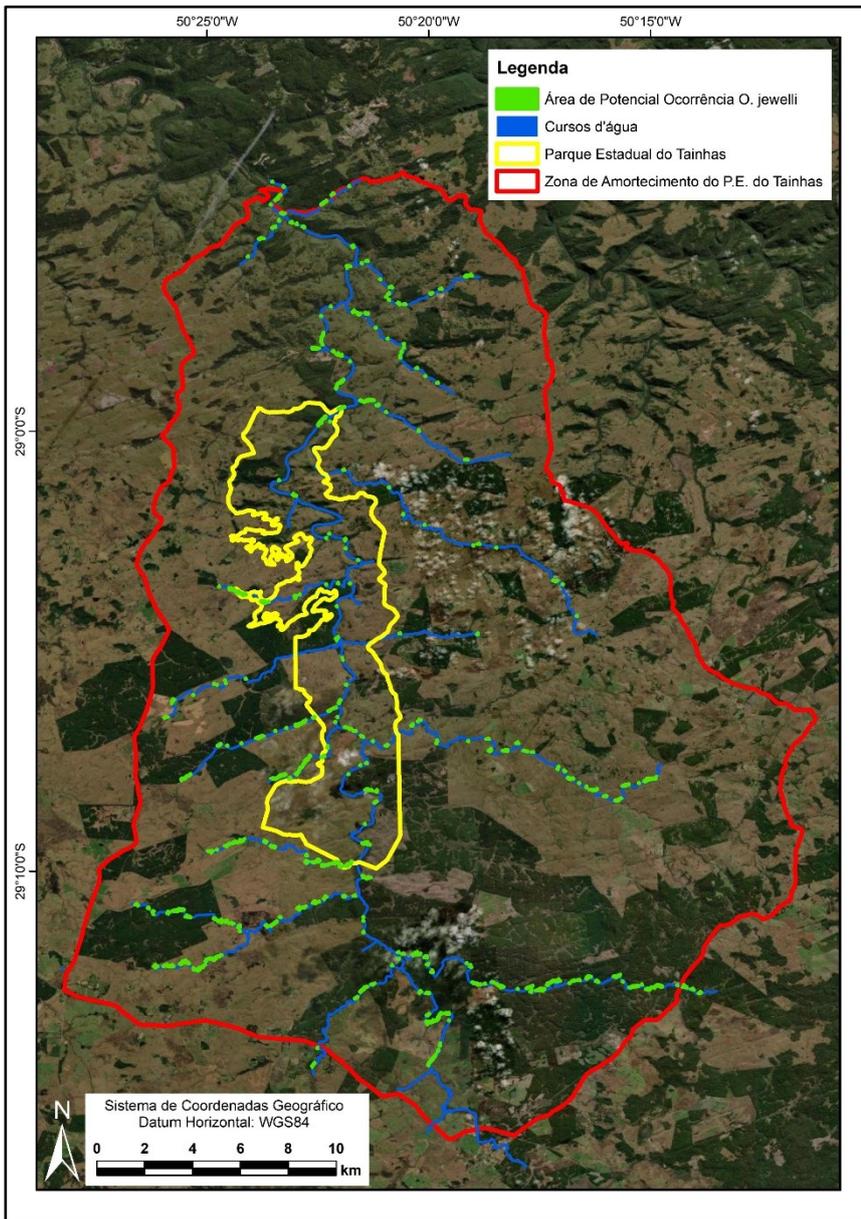
As áreas de potencial ocorrência são representadas por aqueles trechos, ao longo dos cursos d'água, onde os terrenos são aplainados e sensivelmente convexos, com baixa

declividade e com orientação solar predominantemente voltada para leste e sul. Quantitativamente podemos definir que a área de potencial ocorrência dos poríferos são os trechos do terreno que reúnem, conjuntamente, a seguinte assinatura geomorfométrica representada em valores digitais: (i) $2,9^\circ \leq \text{declividade} \leq 13,7^\circ$; (ii) $80^\circ \leq \text{aspecto} \leq 205^\circ$; (iii) $-0,98 \leq \text{IPT} \leq -0,19$.

Conforme o Mapa de Potencial Ocorrência (Figura 8) é possível verificar que o porífero possui um potencial de ocorrência que extrapola os limites do PE Tainhas e tem uma expressiva distribuição no interior de sua zona de amortecimento. Esta distribuição faz sentido na medida em que a zona de amortecimento possui uma área territorial mais ampla, aproximadamente dez vezes maior que a área do Parque, e que, ao mesmo tempo, reúne características ambientais semelhantes. Os trechos de potencial ocorrência, no que diz respeito à rede de drenagem, se distribui ao longo do rio principal, Tainhas, porém, ocorre expressivamente em seus afluentes, tanto da margem esquerda como da margem direita.

Além disso, no que diz respeito aos cursos d'água afluentes, há uma expressiva distribuição de pontos de potencial ocorrência nas porções mais altas dos cursos d'água, ou seja, relativamente próximas de suas nascentes. Destaca-se a maior densidade espacial de trechos de potencial ocorrência da espécie em três porções da área de estudo: a) ligeiramente a montante do limite sul da poligonal do Parque, tanto no rio principal como nos dois afluentes associados neste setor; b) alto curso dos trechos dos afluentes presentes na porção sudeste da área de estudo, restrita à zona de amortecimento; c) porção à jusante do limite norte da poligonal do Parque e da zona de amortecimento, porção norte da área de estudo, tanto no rio principal como seus afluentes. Portanto, estes trechos, ao reunir a integralidade das condições geomorfométricas analisadas, possuem potencial para ocorrência da espécie e, assim, se apresentam como áreas de especial atenção para busca e obtenção de novos registros da espécie, bem como da definição das estratégias de manejo e conservação desta tanto na área do Parque, como em sua zona de amortecimento.

Figura 8 – Mapa de potencial ocorrência (MPO) do porífero *O. jewelli*. Fonte do basemap: Sources: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community.



Dados de elevação e declividade em menor grau, podem demonstrar uma tendência de regionalização de ocorrência de diferentes espécies, conforme trabalhos já desenvolvidos (p.e. BISPO *et al.*, 2009). Porém, no caso dos poríferos estes têm sido estudados a partir de critérios e enfoques paleontológicos (PAROLIN *et al.*, 2007), bem como a análise das espículas dos organismos e a relação com ambientes de ocorrência lóticos ou lênticos (SANTOS *et al.*, 2016). A topografia já tem sido considerada como

importante variável na distribuição espacial das estruturas de florestas tropicais, por exemplo, porque diz muito sobre as mudanças nas propriedades do solo, do regime da água e também da fertilidade do mesmo (RODRIGUES *et al.* 2007), ou seja, as condições fisiográficas associadas ao ambiente de ocorrência. Porém, este tipo de abordagem para caracterização de ambientes de ocorrência de poríferos é singular e revelou relevância diante da eficácia na obtenção da espacialização das áreas de potencial ocorrência.

Este estudo indica a potencialidade e oportunidade de realização de trabalhos de campo exploratórios direcionados aos trechos de potencial ocorrência identificados na área do Parque e de sua zona de amortecimento, especialmente nos trechos relativos aos afluentes do rio Tainhas. Nestes trechos, associados aos afluentes, não há registros de ocorrência dos poríferos até o momento, mas diante das condições geomorfométricas favoráveis se faz necessário o esforço de identificação em campo por apresentar a oportunidade de melhor compreensão sobre a ocorrência da espécie em cursos d'água de menor porte. No que diz respeito às áreas de potencial ocorrência ao longo dos afluentes do rio Tainhas, é importante destacar a necessidade de associar ao esforço de identificação *in loco* da espécie à caracterização do uso e cobertura do solo adjacente a estes trechos, sobretudo nas áreas mais planas e próximas aos interflúvios da bacia, mas suscetíveis a alterações de uso e cobertura do solo na região (p.e., PETRY *et al.*, 2015; STOFFEL *et al.*, 2014).

Segundo a literatura, UCs são áreas eficazes para promover a preservação da natureza, da mesma forma que promover e apoiar o desenvolvimento sustentável (DALLACORTE, 2018). O PE do Tainhas é uma UC importante para a região onde está localizada, e encontra-se com o Plano de Manejo inalterado desde 2008. O presente trabalho também tem a intenção de que estas constatações possam contribuir para o manejo da área e para a preservação dos ambientes de ocorrência do porífero e dos demais organismos que vivem nesses ambientes. Esse trabalho descreve a importância do porífero *O. jewelli* e também da sua área de ocorrência, bem como traz informações acerca das características fisiográficas, das classes de uso e cobertura do solo nas faixas de APP do rio Tainhas, no Parque e também da sua zona de amortecimento.

Assim, os dados podem contribuir para a atualização do Plano de Manejo do parque, como subsidiar futuras pesquisas nessa área. Ainda, segundo Galante *et al.* (2002), é imprescindível aos estudos e aplicação de Planos de Manejo a caracterização do

meio físico da área, como a descrição geológica e de fauna, relevo, e ainda salienta a necessidade básica de conter um mapa topográfico da UC, identificando as unidades geomorfológicas e declividades mais representativas da Unidade. Dessa forma, os resultados obtidos nesse estudo corroboram com o indicado na literatura (GALANTE *et al.*, 2002), pois foi apresentado um detalhamento geomorfométrico em relação dessa espécie que está no enfoque de preservação do Parque.

4 CONCLUSÃO

A partir da análise das variáveis geomorfométricas declividade, aspecto e índice de posição topográfica (IPT), oriundas dos MDEs orbitais das bases Topodata, Alos e Embrapa, foi possível obter a caracterização geomorfométrica dos ambientes de ocorrência da espécie *Oncosclera jewelli* predominantemente em terrenos de baixa a suave declividade, com orientação predominantemente sul e, secundariamente leste e oeste, e com relevo aplainado. Destacam-se os resultados da variável aspecto que revelaram que a espécie não tem ocorrência vinculada predominantemente a vertentes expostas a maior incidência de luz solar. Ao comparar os resultados encontrados nos três MDEs orbitais com os resultados obtidos em campo com o MDE Drone, o MDE Topodata apresentou uma maior similaridade dos valores e devido a essa compatibilidade Pode-se indicar o MDE Topodata para representar geomorfometricamente os ambientes de ocorrência da espécie *Oncosclera jewelli* na geração do Mapa de Potencial Ocorrência da espécie a partir da seguinte assinatura geomorfométrica: (i) $2,9^\circ \leq \text{declividade} \leq 13,7^\circ$; (ii) $80^\circ \leq \text{aspecto} \leq 205^\circ$; (iii) $-0,98 \leq \text{IPT} \leq -0,19$.

As áreas de potencial ocorrência representam aproximadamente 4,5% dos trechos de cursos d'água avaliados. Apesar desta representatividade relativamente restrita, estas áreas de potencial ocorrência estão presentes tanto dentro dos limites do Parque Estadual do Tainhas como em sua zona de amortecimento, e estão localizadas ao longo do rio principal, Tainhas, e parte de seus afluentes. A espacialização das áreas de potencial ocorrência representa, a partir deste estudo, uma base de partida e uma oportunidade técnico-científica de expansão dos registros de ocorrência da espécie *in loco*, de modo orientado. Adicionalmente, esta espacialização das áreas de potencial

ocorrência poderá compor a base de dados necessárias para as ações de monitoramento territorial e de revisão do Plano de Manejo desta unidade de conservação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o a Divisão de Unidades de Conservação da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande do Sul, pela autorização da pesquisa, bem como pelo apoio prestado durante a execução do projeto, a partir da gestão do Parque Estadual do Tainhas. Ao Laboratório de Gestão Ambiental e Negociação de Conflitos (GANECO) pelo apoio. Agradecemos ao Editor Anderson Scoti e aos revisores anônimos que contribuíram com o aperfeiçoamento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ANDRADES-FILHO CO, ROSSETTI DF, BEZERRA FHR, MEDEIROS WE, VALERIANO MM, CREMON EH, OLIVEIRA RG. Mapping Neogene and Quaternary sedimentary deposits in northeastern Brazil by integrating geophysics, remote sensing and geological field data. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 56, p. 316-327, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2014.09.018>

ANDRADES-FILHO CO, ZANI H, GRADELLA FS. Extração automática das redes de drenagem no Pantanal de Aquidauana: estudo comparativo com dados SRTM, **ASTER e Carta Topográfica DSG**. Geografia (Rio Claro. Impresso), v. 34, p. 731-743, 2009.

BARROS RS. **Avaliação da Altimetria de Modelos Digitais de Elevação obtidos a partir de sensores orbitais**. Tese de Doutorado -Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Geografia 172f Rio de Janeiro, 2006.

BISPO PC, VALERIANO MM, KUPLICH TM. Variáveis geomorfométricas locais e sua relação com a vegetação da região interflúvio Madeira-Purus (AM-RO). **Acta Amazonica**. V. 39(1), p. 81-90, 2009.

BOLDRINI I. (coordenação). **Biodiversidade dos Campos do Planalto das Araucárias**. Ministério do Meio Ambiente MMA. Brasília, DF. 2009.

BRASIL. LEI Nº 12.651, de 25 de setembro de 2012. **Código florestal**. Presidência da República Casa Civil. 2012.

BRASIL. Livro **Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. p.233-234 e p.242-243.

CHOROWICZ J, KIM J, MANOUSSIS S, RUDANT J, FOIN P, VEILLET I. A new technique for recognition of geological and geomorphological patterns in digital terrain models. **Rem. Sens. Environ**. 29, 229-239, 1989. [http://dx.doi.org/10.1016/0034e4257\(89\)90002-3](http://dx.doi.org/10.1016/0034e4257(89)90002-3).

CPRM. Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil. BRASIL. **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2006. Mapas. Escala 1: 750. 000.

DALLACORTE F. **Plano de Manejo**. Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda do Rio do Pilões. Santa Isabel/SP, 2018. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/plano_manejo_RPPN_rio_piloes . Acesso em: 03/07/2019.

GALLANT JC, WILSON DJ. 2000. Primary topographic attributes. In: Wilson, D.J., Gallant, J.C. (Eds.), **Terrain Analysis: Principles and Applications**. John Willey & Sons, INC, New York; 2000, p. 51-85.

GROHMANN CH. Evaluation of TanDEM-X DEMs on selected Brazilian sites: Comparison with SRTM, ASTER GDEM and ALOS AW3D30. **Remote Sensing of Environment**. v. 212, p. 121-133, 2018.

GROHMANN CH. Análise comparativa preliminar entre dados SRTM, Topodata, ASTER GDEM e Modelos de Superfície/Terreno do Projeto Radiografia da Amazônia. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2015, João Pessoa, PB. In: **Anais** XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, p. 5726-5732, 2015.

LERNER CE, MOTHE B. Esponjas marinhas da costa brasileira: generalidades, técnicas de coletas, preparação e identificação. **Museu de Ciências Naturais Fundação Zoobotânica** Rio Grande do Sul, 2005.

MACIEL FO, ANDRADES-FILHO CO, COSTA ES, HERRMANN PB, KISCPORSKI PS, REIS MS. Discriminação geomorfométrica dos ambientes de ocorrência do porífero *Oncosclera Jewelli*, Nordeste do Rio Grande do Sul. In: **Anais** do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, ISBN: 978-85-17-00097-3. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019.

MARK DM. Geomorphometric parameters: a review and evaluation. **Geogr. Ann.** 57A, 165-177, 1975.

MIRANDA EE. (Coord.). **Brasil em relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpem.embrapa.br> Acesso em: 14 out. 2018.

PETRY LA, STOFFEL AS, PRINTES RC, ANDRADES-FILHO CO. Mapeamento da espécie *Oncosclera Jewelli* (Volkmer, 1963) nas bacias hidrográficas dos rios Tainhas e Camisas, RS: Implicações para a Gestão Ambiental. In: **Anais** da IX Jornada de Iniciação Científica - Meio Ambiente - FZBRS/FEPAM. Porto Alegre: Copiadora Original, 2013. v. 1. p. 50-50.

PETRY LA, STOFFEL AS, STELMACH JCS, ANDRADES-FILHO CO, PRINTES RC. Projeto feltro d'água ii: influência dos impactos ambientais sobre a distribuição geográfica das espécies de esponjas de doce *Oncosclera Jewelli* e *Heteromeyenia insignis*, na bacia hidrográfica do rio Tainhas, RS. In: **Anais** da XI Jornada de Iniciação Científica - MEIO AMBIENTE. Porto Alegre: FEPAM-FZB, 2015. v. 11. p. 1-1.

PRINTES RC, ANDRADES-FILHO CO, STOFFEL AS, STELMACH JSC, TAVARES-FRIGO MS. Novos registros da Esponja de Água-doce *Oncosclera Jewelli* (Volkmer, 1963): Subsídios para a conservação do rio Camisas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Eletrônica da UERGS**. v.3, n.2, p.404-427, 2017.

RIO GRANDE DO SUL. **Portaria SEMA Nº 093 de 26 de dezembro de 2008**. Aprova o Plano de Manejo do Parque Estadual do Tainhas.

RODRIGUES L.A, CARVALHO DA, OLIVEIRA-FILHO AT, CURI N. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.1, p.25-35, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000100004>.

SANTOS GB, CASTRO PTA, PAROLIN M, DOCIO L, COSTA DH. Análise de Esponjas como Indicadores Paleoambientais em Sedimentos Lacustres no Oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Paleontologia**. 19(3), p. 439-448, 2016. doi: 10.4072/rbp.2016.3.09.

SEMA. Projeto Conservação da Mata Atlântica do Rio Grande do Sul. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Tainhas**. Setembro de 2008.

STOFFEL AS, PETRY LA, PRINTES RC, ANDRADES-FILHO CO. Distribuição geográfica e status de conservação de duas espécies de poríferos de água doce, *Oncosclera jewelli* e *Heteromeyenia insignis*, no nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil. In: **Caderno de Resumos** do XXX Congresso Brasileiro de Zoologia. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica. v. 1. p. 1009-1009, 2014.

TADONO T, ISHIDA H, ODA F, NAITO S, MINAKAWA K, IWAMOTO H. Precise Global DEM Generation by ALOS PRISM. In: ISPRS **Annals** of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-4, 2014 ISPRS Technical Commission IV Symposium Suzhou, China, 14 – 16 May 2014.

TAVARES MCM, VOLKMER-RIBEIRO C, ROSA-BARBOSA R. Primeiro registro de *Corvoheteromeyenia australis* (Bonetto & Ezcurra de Drago) para o Brasil com chave taxonômica para poríferos do Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zoologia**. Ed.20, vol.2, p.169-182, 2003.

VALERIANO MM, ROSSETI DF. Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data. **Applied Geograpy**, v.32, n.2, p.300-309, 2012.

VOLKMER-RIBEIRO C, MACHADO VS. Freshwater sponges (Porifera, Demospongiae) indicators of some coastal habitats in South America: redescriptions and key to identification. **Iheringia**, Sér. Zool. Porto Alegre, v.97, n.2, p. 157-167., 2007.

VOLKMER-RIBEIRO C, PAULS SM. Esponjas de agua dulce (Porífera: Demospongiae) de Venezuela. **Acta Biológica Venezuelana**, Caracas, v.20, n.1, p.1-28, 2000.

VOLKMER-RIBEIRO C, PAROLIN M. As esponjas. In: PAROLIN, M.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; LEANDRINI, J.A. (Orgs.). **Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná**. Campo Mourão: Editora da Fecilcam, p.105-130, 2010.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

1 - Francine de Oliveira Maciel

Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sustentabilidade - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, São Francisco de Paula, RS, Brasil. Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Mestre em Ambiente e Sustentabilidade. <https://orcid.org/0000-0002-0951-5460> – francineomaciel@gmail.com

Contribuições: Investigação; Metodologia; Escrita original.

2 - Clódis de Oliveira Andrades-Filho

Professor do Departamento de Geodésia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. Pesquisador no Laboratório de Gestão Ambiental e Negociação de Conflitos Cooperação: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul e Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Infraestrutura. Doutor em Geociências. <https://orcid.org/0000-0002-8050-6719> – clodis.filho@ufrgs.br

Contribuições: Gestão do projeto; Aquisição de financiamento; Investigação; Supervisão.

3 - Pâmela Boelter Herrmann

Programa de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. Mestranda em Sensoriamento Remoto (UFRGS). <https://orcid.org/0000-0001-9049-3141> – pamelaboelter@gmail.com

Contribuições: Validação; Metodologia; Análise formal.

4 - Mateus da Silva Reis

Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sustentabilidade - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, São Francisco de Paula, RS, Brasil. Doutorando em Sensoriamento Remoto. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4025-609X> – E-mail: mateusreis.uergs@gmail.com

Contribuições: Metodologia; Validação.

5 - Erli Schneider Costa

Professora no Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sustentabilidade Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, São Francisco de Paula, RS, Brasil. Doutora em Ecologia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3739-1178> – E-mail: erli-costa@uergs.edu.br

Contribuições: Supervisão; Gestão do projeto; Provisão de recursos.

6 - Rodrigo Cambará Printes

Núc. de Gestão Integrada Aparados da Serra Geral, Inst. Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Lab. de Gestão Ambiental e Negociação de Conflitos Cooperação: Univ. e Est. do Rio Grande do Sul e Sec. Estadual de Meio Ambiente e Infraestrutura. Cambará do Sul e São Francisco de Paula, RS, Brasil. Doutor em Ciências Biológicas.

<https://orcid.org/0000-0001-9673-2385> – cambara7@gmail.com

Contribuições: Investigação; Validação; Provisão de recursos.

COMO CITAR ESTE ARTIGO

MACIEL, F. O.; ANDRADES FILHO, C. O.; HERRMANN, P. B.; REIS, M. S.; COSTA, E.S.; PRINTES, R. C. Ambientes de ocorrência do porífero *Oncosclera jewelli* no Parque Estadual do Tainhas, Planalto Meridional do RS: uma análise geomorfométrica. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 43, e41, p. 1 – 27, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2179460X40403>. Acesso em: dia, mês (abreviado), ano.